

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-073078

(43)Date of publication of application : 17.03.1998

(51)Int.Cl.

F04B 37/16  
 C23C 16/44  
 H01L 21/205  
 H01L 21/3065  
 // H01L 21/02

(21)Application number : 09-148544

(71)Applicant : EBARA CORP

(22)Date of filing : 22.05.1997

(72)Inventor : NOMICHI SHINJI  
 NOMURA YOSHIHIRO  
 SUGIURA TETSUO  
 NOMURA NORIHIKO  
 MATSUOKA YUJI

(30)Priority

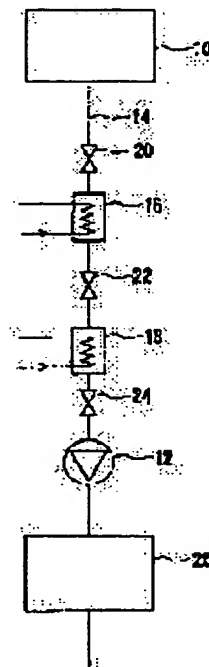
Priority number : 08151589 Priority date : 23.05.1996 Priority country : JP

## (54) VACUUM EVACUATING SYSTEM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable such components as corrosive gas components for corroding a vacuum pump itself or damaging the sliding part in the vacuum pump to be eliminated in advance so as to aim at a long service life of the vacuum pump by arranging more than two traps different in their temperatures in series in a piping for communicating an airtight chamber with the vacuum pump.

**SOLUTION:** When a vacuum exhaust system is used for a process of making the etching of aluminum, the gas discharged from a vacuum chamber 10 enters a trap 16 through a piping 14 and a valve 20, and is cooled here by means of refrigerant, etc., so that only  $AlCl_3$  is condensed and trapped. Thereby, any exhaust gas from the trap 16 becomes  $BCl_3$  and  $Cl_2$  hardly including  $AlCl_3$ , flows through the piping 14 and a valve 22, enters a trap 18, and is cooled here by means of liquid nitrogen, etc., so that  $BCl_3$  and  $Cl_2$  are frozen to be caught. Some quantities of  $BCl_3$ ,  $Cl_2$  are passed through the piping 14 and a valve 24, pressurized by a vacuum pump 12, treated in a discharged gas treatment device 26 and then discharged in the atmosphere.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3238099

[Date of registration] 05.10.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-73078

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月17日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 4 B	37/16		F 0 4 B 37/16	C
C 2 3 C	16/44		C 2 3 C 16/44	D
H 0 1 L	21/205		H 0 1 L 21/205	
	21/3065		21/02	Z
// H 0 1 L	21/02		21/302	B
審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 11 頁)				

(21) 出願番号 特願平9-148544

(22) 出願日 平成9年(1997) 5月22日

(31) 優先権主張番号 特願平8-151589

(32) 優先日 平8(1996) 5月23日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72) 発明者 野路 伸治

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社

荏原製作所内

(72) 発明者 新村 恵弘

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社

荏原製作所内

(72) 発明者 杉浦 哲郎

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社

荏原製作所内

(74) 代理人 弁理士 渡邊 勇 (外2名)

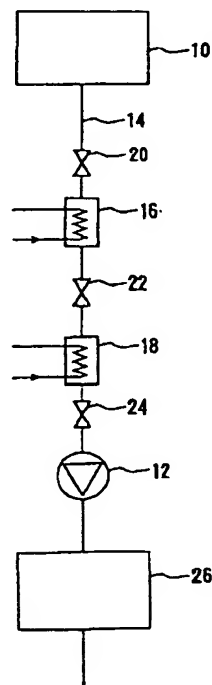
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空排気システム

(57) 【要約】

【課題】 真空ポンプの長寿命化、プロセスガスの再利用、排ガス処理装置の小容量化によって、運転の信頼性の向上、設備や運転コストの低減を図ることができる真空排気システムを提供する。

【解決手段】 気密のチャンバ10とチャンバ10を排気するための真空ポンプ12とを連通する配管14に、少なくとも2つ以上の温度の異なるトラップ16、18が直列に配置されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 気密のチャンバと該チャンバを排気するための真空ポンプとを連通する配管に、少なくとも2つ以上の温度の異なるトラップが直列に配置されていることを特徴とする真空排気システム。

【請求項2】 前記2つ以上のトラップのうち少なくとも1つは低温トラップであることを特徴とする請求項1に記載の真空排気システム。

【請求項3】 前記2つ以上のトラップのうち、少なくとも1つのトラップは前記真空配管中に継手を介して着脱自在に取り付けられていることを特徴とする請求項1に記載の真空排気システム。

【請求項4】 前記2つ以上のトラップのうち、少なくとも1つのトラップには、再生用ガスを導入するポートが設けられていることを特徴とする請求項1に記載の真空排気システム。

【請求項5】 前記2つ以上のトラップのうち、少なくとも1つのトラップが2系統並列にかつ選択的に導通可能に接続されていることを特徴とする請求項1に記載の真空排気システム。

【請求項6】 前記2つ以上のトラップのうち、少なくとも1つのトラップに、再生したガスをプロセスチャンバに戻すための配管が設けられていることを特徴とする請求項1に記載の真空排気システム。

【請求項7】 前記2つ以上のトラップのうち、少なくとも1つのトラップが前記配管と再生配管との間で切り替え可能に構成されていることを特徴とする請求項1に記載の真空排気システム。

【請求項8】 前記トラップは、前記排気経路に隣接して配置された再生経路と、前記排気経路及び再生経路に切替可能に配置された少なくとも2つのトラップ部と、該トラップ部の切替のための移動を行なう駆動手段とを備え、

前記排気経路におけるトラップ動作と前記再生経路における再生動作を並行して行なうようにしたことを特徴とする請求項7に記載の真空排気システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体製造用の真空チャンバを真空にするために用いる真空排気システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の真空排気システムを図16を参照して説明する。真空チャンバ10は、例えばエッチング装置や化学気相成長装置(CVD)等の半導体製造装置のプロセスチャンバであり、この真空チャンバ10は、配管14を通じて真空ポンプ12に接続されている。真空ポンプ12は、真空チャンバ10からのプロセスガスを大気圧まで昇圧するためのもので、従来は油回転式ポンプが、現在はドライポンプが主に使用されている。

【0003】真空チャンバ10が必要とする真空度が、ドライポンプ12の到達真空度よりも高い場合には、ドライポンプの上流側にさらにターボ分子ポンプ等の超高真空ポンプが配備されることもある。プロセスガスはプロセスの種類により毒性や爆発性があるので、そのままでは大気に放出できない。このため、真空ポンプ12の下流には排ガス処理装置26が配備されている。大気圧まで昇圧されたプロセスガスのうち、上記のような大気に放出できないものは、ここで吸着、分解、吸収等の処理を行い、無害なガスのみが放出される。なお、配管14には必要に応じて適所にバルブが設けられている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】以上のような従来の真空排気システムにおいては、以下のような欠点がある。

① 反応副生成物の中に腐食性ガスがある場合には、そのガスによって真空ポンプが腐食し、寿命が短縮される。例えば、Siをエッチングする場合に、代表的なプロセスガスである $\text{CF}_4$ と $\text{O}_2$ を使用すると、プロセスチャンバからは、 $\text{CF}_4$ と $\text{O}_2$ の残ガスとともに $\text{SiF}_4$ 、 $\text{F}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ の副生成物が真空ポンプにより排出される。このうち、特に $\text{F}_2$ が強い腐食性があり(プロセス上の理由からフラジカルが含まれている)、真空ポンプを腐食する。

【0005】② 反応副生成物の中に昇華温度の高い物質がある場合、そのガスを真空ポンプが排気するので、昇圧途中でガスが固化し、真空ポンプ内に析出して故障の原因になる。例えば、アルミニウムのエッチングを行うために、代表的なプロセスガスである $\text{BCl}_3$ 、 $\text{Cl}_2$ を使用すると、プロセスチャンバからは、 $\text{BCl}_3$ 、 $\text{Cl}_2$ のプロセスガスの残ガスと $\text{AlCl}_3$ の反応副生成物が真空ポンプにより排気される。この $\text{AlCl}_3$ は、吸気側では分圧が低いので析出しないが、加圧排気する途中での分圧が上昇し、真空ポンプ内で析出して真空ポンプの故障の原因となる。これは、 $\text{SiN}$ の成膜を行うCVD装置から生じる $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ や $\text{NH}_4\text{Cl}$ 等の反応副生成物の場合も同様である。

【0006】③ プロセスチャンバから固形物が送られてきて、直接真空ポンプ中に入り、故障の原因になる。例えば、TEOSプロセスによりSi成膜を行う減圧CVD装置においては、プロセスガスとしてTEOS、 $\text{O}_2$ を用いるが、反応に伴い各種アルコールと $\text{SiO}_2$ が生成する。 $\text{SiO}_2$ は最初から固形物であり、真空ポンプにダメージを与える。

【0007】④ 反応副生成物の中に、高温で反応性のあるガスが含まれており、そのガスが真空ポンプ内で反応して、真空ポンプの故障の原因になる。例えば、タングステンの成膜を行うプラズマCVD装置において、代表的なプロセスガスである $\text{WF}_6$ 、 $\text{SiH}_4$ を用いると、プロセスチャンバからは、 $\text{WF}_6$ 、 $\text{SiH}_4$ の残ガスと $\text{HF}$ 、 $\text{H}_2$ の生成副産物が排出される。真空ポンプ

の中において圧力と温度が上昇するに伴い、 $WF_6$ と $SiH_4$ が反応してWが析出し、真空ポンプの故障の原因となる。

【0008】⑤ 半導体製造装置で使用されたプロセスガスが、再利用されずに捨てられるのでランニングコストが高い。特に、 $SiH_4$ のようなガスは高価であり、再利用するのが望ましいが、前記従来の方法では全く再利用されていなかった。

【0009】⑥ すべてのガスを排ガス処理装置に導入して処理を行なうので、処理装置の規模が大きくなり、膨大な設備コストが必要となるとともに、処理工程も複雑になり、ランニングコストも高くなる。

【0010】これらのうち、①については腐食性の真空ポンプの開発、②については、真空ポンプの温度を上げて析出しないようにする、等の対策が施されているが、これらの改善策は、真空ポンプ側のみの改良であり、真空排気システム全体として捉えていないので、十分な効果を奏していない。また⑤、⑥については全く考慮されていない。

【0011】本発明は以上の欠点を鑑みて発明されたものであり、真空ポンプの長寿命化、プロセスガスの再利用、排ガス処理装置の小容量化によって、運転の信頼性の向上、設備や運転コストの低減を図ることができる真空排気システムを提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記の課題に鑑みて為されたもので、請求項1に記載の発明は、気密のチャンバと該チャンバを排気するための真空ポンプとを連通する配管に、少なくとも2つ以上の温度の異なるトラップが直列に配置されていることを特徴とする真空排気システムである。この真空排気システムによれば、真空チャンバと該チャンバを真空にするための真空ポンプの間の真空配管中に、直列にかつ少なくとも2つ以上の温度の異なるトラップが設けられているので、真空ポンプを腐食する腐食性のガス成分や、真空ポンプ中において析出して摺動部を損傷するような成分を事前に除去し、真空ポンプへの悪影響を防止することができるとともに、トラップ温度を少なくとも2つの異なるレベルとして設定し、これにより異なる成分を別個にトラップすることができるので、後処理が簡単なものとなるとともに、資源の再利用を容易にする。

【0013】トラップは、上流側を高温とし、下流側を順次低温とすることにより、第1のトラップで、プロセスチャンバからの固形物や昇華温度の高いガスがトラップされ、下流側の2段目以降のより低温のトラップで、順次選別的にプロセスガス及び反応副生成物をトラップする。

【0014】トラップの温度は、トラップしたいガスにより異なり、少なくとも該ガスの凝固点以下にする必要がある。一般的な温度範囲、つまり $-60^{\circ}C$ 以上であれ

ば、低温トラップの寒剤としては、空気、水、ブライン、フロン冷媒が用いられる。

【0015】特に2段目のトラップ以降は、必要となるトラップ温度が $-60^{\circ}C$ 以下になることが多く、その寒剤としては、クライオポンプで利用されているGM冷凍機に代表されるヘリウム冷凍機（ヘリウムガスの膨張冷却を利用したガスサイクル冷凍機）が用いられる。より好ましくは、振動が非常に小さいパルスチューブ型冷凍機を用いる良い。

【0016】また、トラップ温度が液化ガスの蒸発温度に近く、それより高い場合には寒剤として、液化ガスの気化熱を利用するのも便利である。特に、その中でも液体窒素は非常に安価なので好ましい。もちろん、低温トラップが2つ以上ある場合に、ヘリウム冷凍機と液化ガスの気化熱の両方を利用することもできる。

【0017】低温トラップの温度により、トラップしたいガスのトラップ性能が変化するので、低温トラップには温度センサを設け、一定温度に保つためのヒータを内蔵するのが好ましく、温度制御用にコントローラを設けてもよい。

【0018】トラップしたいガスは、再利用を考えると極力不純物を含まないほうが良い。このため、直列に結合されたトラップはトラップ温度が上流側から下流側に向かって低温になっているほうが好ましい。

【0019】さらに、それぞれのトラップ部の温度差は、上流側の温度が $-60^{\circ}C$ 近傍では $40^{\circ}C$ 以上、下流側の $-200^{\circ}C$ 近傍では $20^{\circ}C$ 以上に設定するとより高精度でガスをトラップすることができるので好ましい。

【0020】また、トラップしたいガスが極低温でないとき氷結しないような場合や、選択的にあるガスをトラップしたい時は、低温トラップ面に吸着剤を併用するのが有効である。吸着剤としては、ゼオライトや活性炭、アルミナ、シリカゲル、金属酸化物等が好ましい。

【0021】トラップで堆積した固形物あるいは氷結したガスが一定以上たまると、再生が必要となる。この再生時期は、例えば、トラップの上流側と下流側の差圧を測定し、これがある一定値を越えたら、トラップ内に一定量以上の氷結ガスまたは固形物が溜まったと判断し、再生の必要性を知ることができる。

【0022】再生時期には、例えば固形物が溜まっているようなトラップの場合で、トラップを配管に設置したままで再生が困難な場合はトラップごと交換してもよい。この場合は、トラップ部を、例えばフランジ接合の継手を介して配管に取り付けておくことで着脱が容易であり、また、真空系やトラップ部を大気開放しないように継手の前後に開閉バルブや自封式の継手を設けると良い。

【0023】比較的温度が高いトラップでトラップしたガスは、常温で再生するのは時間がかかるので、トラップ内にヒータを設けて加熱すると短時間で再生ができ、

好ましい。比較的溫度が低いトラップでトラップしたガスは、常温で再生しても時間がかからないので、トラップ内にヒータは不必要である。常温での再生を促進するために常温ガス導入口を設けるとよく、トラップしたガスが爆発性がある場合は、窒素ガスのような不活性ガスを導入して希釈しながら再生するのが安全である。

【0024】さらに、上記のガスを再利用したい場合は、不活性ガスを導入できないのでその対象ガスを徐々に再生しなければならない。この時は、トラップの温度を徐々に上げるように、冷凍機または液体ガスによる冷却能力を徐々に落とすようにすればよい。

【0025】上記のような再生作業の際は、トラップ部を取り外したり、前後のバルブを閉じて行うので、この間は真空排気できない。従って、真空排気動作を止めることなく再生操作を行うために、トラップ部を有する真空配管を並列に2系列以上設けてバルブにより切り換えて用いるとよい。

【0026】さらに、トラップは、前記排気経路に隣接して配置された再生経路と、前記排気経路及び再生経路に切替可能に配置された少なくとも2つのトラップ部と、該トラップ部の切替のための移動を行なう駆動手段とを備え、前記排気経路におけるトラップ動作と前記再生経路における再生動作を並行して行なうようにしてもよい。これにより、長時間の稼働においてもトラップの再生処理のために装置を止めたり、交換のトラップを用意する必要がなく、気密チャンバにおいて連続的に安定した処理を行なうことができる。また、適当な切替タイミング判定手段を用いて完全な自動化を図ることも容易である。

【0027】再生したガスの中で再利用できる場合は、再生したガスは必要であれば、精製装置を通して、最終的にプロセスチャンバに送られる。再生したガスの中で、排ガス処理が必要な場合は除害装置に送られる。

【0028】また、トラップしたガスを再利用するためにタイムラグである場合や、トラップしたプロセスガスを処理するための除害装置がない場合は、再生ガスはそのトラップ温度と同レベルの温度のタンクに送られ、再び氷結捕集される。こうすれば、あとでガスとして発生させて再利用することも可能であるし、タンクを除害装置のある所に運んで排ガス処理することもできる。

ガスの種類	BCl <sub>3</sub>
凝固点(℃)	-107
沸点(℃)	12.5

【0034】真空チャンバ10から出たガスは、配管14、バルブ20を通過して第1トラップ16に入る。第1トラップ16は、ジャケット100に流入する水、冷媒、空気、ブライン等により冷却されており、AlCl<sub>3</sub>のみを凝縮トラップする。冷却温度は、AlCl<sub>3</sub>の凝固点が180℃なので、冷媒流路100に冷媒を流さなくてもトラップできるが、トラップ効率を考えると温

【0029】以上の真空排気システムは基本的に低温トラップを利用するものであるが、他の原理のトラップや他の処理手段と併用する複合システムとすることによりさらなる効果を期待することができる。例えば、トラップの前でプロセスガスの残ガスを反応させたり、高温度にしてガスを分解したり、F<sub>2</sub>ラジカルの腐食性をなくするためにCなどの犠牲材料を設置するなどがある。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施例について説明する。図1は本発明の基本的な実施例であって、真空チャンバ10と真空ポンプ12を繋ぐ配管14に、2つの温度の異なるトラップ16、18がそれぞれバルブ20、22、24を介して直列に配置されている。真空ポンプ12の下流には、排ガス処理装置26が設けられている。

【0031】第1のトラップ16は、比較的高温に設定されたトラップで、例えば、図2に示すように、外側に冷却媒体を流すジャケット100が形成された筒状のケーシング102の軸体104回りに螺旋状の邪魔板106が取り付けられ、これによりケーシング102内部に下部流入口108から上部流出口110に向かう螺旋状のガス流路が構成されているものである。このトラップは、金属のような熱伝導性の良い材質から形成され、上蓋はフランジ結合されて取り外し可能となっている。

【0032】第2のトラップ18は、より低温の、例えば、-60℃以下のトラップであり、例えば、図3に示すように、同様に邪魔板106を有する筒状のケーシング102の中空軸体112の中に、液体窒素のような冷却媒体を流す流路114が形成されている。この例では、ケーシングには下部流入口108及び上部流出口110とは別に再生のための気体(再生ガスと反応しない窒素など)を用いる)の流入口116と、再生された気体の流出口118が設けられている。

【0033】このような真空排気システムを用いて、アルミニウムのエッチングを行う工程を説明する。この反応に用いられる代表的なプロセスガスである“BCl<sub>3</sub>、Cl<sub>2</sub>”を使用する場合、真空チャンバからは“BCl<sub>3</sub>、Cl<sub>2</sub>、AlCl<sub>3</sub>”が排出される。これらのガスの凝固点は、それぞれ以下の通りである。

Cl <sub>2</sub>	AlCl <sub>3</sub>
-101	180
-34.0	-

度が低いほうが好ましい。

【0035】ただし、BCl<sub>3</sub>、Cl<sub>2</sub>を捕集したくないので、冷却温度はBCl<sub>3</sub>、Cl<sub>2</sub>のトラップ16内でのその分圧における露点温度より高いことが好ましい。これにより、トラップ16からの排出ガスはAlCl<sub>3</sub>をほとんど含まないBCl<sub>3</sub>とCl<sub>2</sub>となり、配管14から出てバルブ22を通り、第2トラップ18に入

る。

【0036】第2トラップ18は、中空軸体114に送られる液体窒素等により冷却される。結果として第2トラップ18には $BCl_3$ と $Cl_2$ が氷結捕集される。排出ガス中の $BCl_3$ 、 $Cl_2$ のいくらかは、配管14、バルブ24を通り、真空ポンプ12で加圧され、排ガス処理装置26で処理され、残りのガスは大気に放出される。捕集される比率は、冷却面積や $BCl_3$ 、 $Cl_2$ の分圧、排気速度等によって決まる。

【0037】所定の時間が経過したときに再生を行う。第1のトラップ16は、内部を水洗浄すればよく、ここでは、ラインを止めて前後のバルブを閉じ、フランジ結合の上蓋を取り外して水洗いをすればよい。

【0038】図4は、トラップ16の前後の部分の他の実施の形態を示すもので、トラップの上流と下流の差圧を測定する差圧センサ120が取り付けられている。また、前後の配管にはそれぞれ2つのバルブ122、124、126、128とフランジ継手130、132が設けられている。トラップ16における $AlCl_3$ の捕集量が増加すると、トラップ16における圧損が差圧センサ120に表示されるので、これが予め定めた値を越えた時に再生処理を行なうようにする。ここでは、バルブ122、124、126、128を閉じて、フランジ継手130、132を解除してトラップ16を配管から外し、新たなトラップに交換する。このようにトラップ全体を交換すれば、その交換に必要な時間だけの停止でよく、ラインを長い時間止める必要がない。

【0039】なお、上記においては予備のトラップを用意しておき、これを交換して用いたが、図5に示すように、トラップ16を有する真空配管を並列に2つ設けて、バルブで切り換えて用いることもできる。センサ120の指示圧が高くなった場合は、用いる配管を切り換えて処理を続行し、オフになったラインのトラップを再生、又は交換する。

【0040】第2のトラップ18の再生は、再生したガスを再利用するために、図6に示すように流出口と貯蔵装置130等を配管で接続して行なう。再生時は、図1に示すように配管途中のままバルブ22、24を閉じるか、あるいは図6に示すように配管から切り離して行なう。このトラップにはヒータ182が設けられており、これを動作させて邪魔板106を加熱し、トラップ（氷結捕集）していた $BCl_3$ 、 $Cl_2$ を蒸発させて流出口118から排出する。 $BCl_3$ 、 $Cl_2$ は高純度なのでそのまま、プロセスガスに使用するように、精製装置または貯蔵装置130に送る。

【0041】この場合、トラップ温度が低いので、再生は常温でも可能であるが、ヒータ182は再生を加速するために設けられている。なお、ヒータ182を動作させる代わりに、再生ガス流入口116から加熱した不活

性ガスのような再生用ガスを供給するようにしてもよい。

【0042】このように、真空ポンプ12の前段にトラップ16、18を設けることにより、ガス中の $AlCl_3$ のような析出しやすい物質が減少し、あるいは無くなり、従って、ドライポンプ中で析出して故障原因となることが防止される。また、トラップ16、18により捕集された $BCl_3$ 、 $Cl_2$ を再利用することができるので、資源の有効利用及び材料コストの低下につながる。さらに、排ガス処理装置26に入る排ガス量が減るので、小容量の処理装置でよくなって設備コスト及び稼働コストを低減することができる。

【0043】図7に示すのは、 $-60^{\circ}C$ 以下で作動する低温トラップの他の例であり、パルスチューブ冷凍機134を用いたものがある。これは、軸体112の内部に蓄冷器136とパルス管138が隣接して設けられ、蓄冷器136には配管とバルブを介して圧縮機ユニット140が接続され、パルス管138はバルブを介してリザーバタンク142に接続されている。この構成のパルスチューブ冷凍機は、圧縮機ユニット140により一般にはヘリウムガスを圧縮し、ヘリウムガスの圧縮、膨張過程と圧力波動によって $-60^{\circ}C \sim -260^{\circ}C$ の範囲での冷却機能を持つものである。再生は、邪魔板106等に配置したヒータ182の加熱により行ない、防爆などの必要性に応じて窒素等の不活性ガスを供給する。このパルスチューブ冷凍機134は、内部にGM冷凍機で使用しているエキスパンダーが無いので振動がなく、かつ高温まで加熱ができ、また、性能が広い範囲で安定である。さらに、GM冷凍機では約1年に1回オーバーホールが必要であるが、パルスチューブ冷凍機はこれをより長いインターバルとすることができる。

【0044】図8は、本発明の他の実施例であって、真空チャンバ10と真空ポンプ12を繋ぐ配管14に、3つの温度の異なるトラップ30、32、34がそれぞれバルブ36、38、40、42を介して直列に配置されている。真空ポンプ12の下流には、排ガス処理装置26が設けられている。この内、第1のトラップ30と第3のトラップ34はヘリウム冷凍機44であり、第2のトラップ32は図3に示すような冷媒として液体窒素を用いるトラップである。ヘリウム冷凍機44は、コンプレッサ46で圧縮したヘリウムガスの膨張による冷却を利用する周知のもので、広い範囲で冷却が可能である。

【0045】この図8の装置により、Siをエッチングするエッチング装置のプロセスチャンバの排気の場合を説明する。ここでは、プロセスガスとして $CF_4$ と $O_2$ を使用しており、真空チャンバ10からは、 $CF_4$ 、 $O_2$ 、 $SiF_4$ 、 $F_2$ 、 $CO$ 、 $CO_2$ が排出される。これらの凝固点は、それぞれ以下の通りである。

ガスの種類     $CF_4$      $O_2$      $SiF_4$      $F_2$      $CO$      $CO_2$

凝固点(°C)	-184	-218	-80	-220	-207	-57
沸点(°C)	-128	-183	-65	-188	-192	-78

【0046】従って、例えば第1のトラップ30を-120℃程度に設定して、ここでCO<sub>2</sub>、SiF<sub>4</sub>をトラップし、第2のトラップ32を-197℃程度に設定してCF<sub>4</sub>をトラップし、第3のトラップ34を-240℃に設定してCO、O<sub>2</sub>、F<sub>2</sub>をトラップする。このように、各トラップにおいて種類の異なるガスをトラップするので、後の処理工程をガス毎に個別に、それぞれのガスの特性に対応して行なうことができる。

【0047】例えば、エッチングのプロセスガスであるCF<sub>4</sub>は必要に応じて精製して再利用でき、無害なガスは大気中に放出し、反応性の高いF<sub>2</sub>は別途無害化処理をする。無害化処理は、一旦貯蔵してからまとめて行なうことができるので、作業性の向上が図れる。また、このように処理を要するガスのかなりの部分を事前にトラップするので、真空ポンプ12の下流に設ける排ガス処理装置26は小規模の物で良く、設備コストの低下が図れる。

【0048】この発明は、複数の温度の異なるトラップを用いて、排気中の成分を分離してトラップすることに特徴があるが、図9を用いて、本発明のトラップの原理を説明する。図9の横軸はトラップの温度、縦軸はそのトラップ温度における理論(理想)トラップ率を示す。ここでは、理解の容易のために、NH<sub>3</sub>、SiH<sub>4</sub>、COが排ガス中に存在する場合を説明する。図中、3本のラインは右からNH<sub>3</sub>、SiH<sub>4</sub>、COの蒸気圧1 Torrの場合のトラップ線である。

【0049】例えば、160Kのトラップ温度におけるNH<sub>3</sub>の理論トラップ率は93%である。130Kにおいては99.9%以上のトラップ率があり、一方、SiH<sub>4</sub>は130Kでのトラップ率は1%以下である。次に、70KではSiH<sub>4</sub>は99.1%以上のトラップ率があるが、COもトラップ率は1%以下である。COは40Kで、99.9%以上トラップできる。従って、例えば、NH<sub>3</sub>、SiH<sub>4</sub>、COがそれぞれ蒸気圧1 Torrで混合しているガスは、理論的には、130K、70K、40Kの3つのコールドトラップを設けることにより、概ね、NH<sub>3</sub>、SiH<sub>4</sub>、COに分離することができる。

【0050】以上の説明は、理論状態でのトラップ(無限大のトラップ面積とトラップに関する無限大の時間を費やした場合)について行ったが、実際はトラップ面積及び時間は有限であり、その場合はコールドトラップのトラップ率は低下する。従って、トラップ率向上のためにトラップ温度をさらに下げる必要がある。また、図の説明は1 Torrの圧力について行ったが、圧力が高い場合は図の各ガスのトラップラインは右側に、圧力が低い場合は左側にずれることを考慮する必要がある。

【0051】図10は、本発明の他の実施例であって、

真空チャンバ10と真空ポンプ12を繋ぐ配管14に、2つの温度の異なるトラップ50、52と、その前段に内部に犠牲素材を収容するケーシング54が設けられている。この犠牲素材は、排ガス中の対象成分と反応性の高い特定の素材で、例えば、炭素や金属等を粉粒状にしたものを用いる。排ガス中の成分が犠牲素材と反応して生成した物質は、通常、凝固点が増し、比較的高い温度でトラップされるようになり、高温側のトラップで処理することが可能になる。しかしながら、どのような犠牲素材を用いてトラップを行なうかは、トラップの全体の設計との関係で適宜に選択可能である。

【0052】図11は、球状トラップ70の構成を示すもので、この例は、配管の途中に設けた球状空間150に球体バルブ152が回転可能に装着されており、球状空間150には、再生用の配管154が交差して設けられている。球体バルブ152は所定の方法で冷却される構造となっており、内部に配管14と同径の内部流路156が形成されている。このトラップ70は、トラップ動作中は図11に示すような内部流路156が配管14と連通する第1の位置で用いられ、ここにおいて球体バルブ152が冷却されるとその内表面に所定の成分がトラップされる。また、再生時は球体バルブ152を90°回転させて内部流路を再生流路と連通させ、例えば、これに高温の不活性ガスを流すことにより再生を行なう。

【0053】図12は、2つの筒状トラップ160、160を切り換えて用いる切換トラップ80を示すもので、配管14の途中には、トラップを待避させる空間162、162が対向して設けられ、これにはそれぞれ再生流路164、164が設けられている。一方の筒状トラップ160のトラップ量がある値に達すると、これを配管に交差する方向に平行移動させて、他方のトラップ160を配管14に位置させてトラップ160を行なう。再生位置にきたトラップには再生流路164から再生ガスを流して再生処理を行う。これを順次繰り返すことにより、排気動作を停止することなく処理を継続することができる。

【0054】図13ないし図15に示すのは、この発明の切替トラップ80A、80Bの他の実施例を示すもので、気密チャンバ10を真空ポンプ12により排気する排気経路14の左右に隣接して2つの再生経路216が配置され、この排気経路14及び再生経路216に交差する方向(以下、交差方向という)に直進移動して切替可能に配置された2つのトラップ部218が設けられているものである。

【0055】再生経路216には、トラップした析出物を加熱して気化させ、あるいは気化したガスを搬送するための再生用気体が図示しない再生気体源から三方切替



弁222を介して分岐して流通させられ、下流側には排ガス処理装置224が設けられている。本実施例では排ガス処理装置220、224は別々に設けたが、共用してもよい。

【0056】この、切替式トラップ装置は、排気経路14と再生経路216に跨って配置された直方体状のケーシング226と、このケーシング226を交差方向に貫通する軸体228と、この軸体228を軸方向に往復移動させる駆動手段であるエアシリンダ230を備えている。ケーシング226は、仕切壁232によって交差方向に3つの部屋、すなわち、中央のトラップ室234、両側の再生室236に仕切られており、各部屋にはそれぞれ排気経路24又は再生経路216に接続するためのフランジ238を有する管部239が形成されている。

【0057】軸体228には、3枚の断熱性を有する素材からなる仕切板240が等間隔に配置され、その間に複数のバッフル板242が熱伝導を良くするために溶接等により軸体228に一体に取り付けられている。ケーシング226の仕切壁232には中央に開口部233が形成されており、これはバッフル板242は通過できるが仕切板240は通過できないような大きさになっている。両側の2枚の仕切板240とケーシング226の両端の壁の内面の間にはベローズ244が設けられており、再生経路216と外部環境との間の気密性を維持している。また、仕切壁232の仕切板240に接する箇所にはOリング（図示略）が配置されて、トラップ室234と再生室236の間の気密性を維持している。仕切板240は断熱性の高い素材で形成されて、トラップ室234と再生室236の間の熱移動を阻止するようにしている。

【0058】軸体228は、図15(a)に示すように、金属等の熱伝導性の良い材料により形成された円筒体として形成され、その内部空間は中央の仕切板240により遮断されている。そして、この軸体228には両端から内筒246がその内端を図15(b)に示すように中央の仕切板240に近接させて挿入され、これにより内筒246の内側を通過してきた熱媒体が図の左端で反転して軸体228と内筒246の間へと向かう熱媒体流路248が形成されている。

【0059】この熱媒体流路248には、液体窒素のような液体又は冷却された空気又は水等の冷却用熱媒体が、軸体228の両端部に接続した冷却媒体供給ホース250及び排出ホース252から供給され、排出される。軸体228の両側の2つの熱媒体流路248のうち、トラップ室234に位置しているバッフル242に通じるもののみに冷却用熱媒体が流通させられ、再生室236に位置する側には冷却用熱媒体を止めるかあるいは替わりに再生用の加熱用熱媒体を流通させる。なお、この例では、これらのホース250、252をエアシリンダ230を貫通した端部に接続しているため、エアシ

リンダ230とケーシング226の間に接続するよりもスペースが少なくすむ利点がある。

【0060】エアシリンダ230は、ソレノイドバルブの電磁信号による開閉の切替によって制御されるエアーにより、ピストンが前進又は後退をする。ソレノイドバルブは、例えば、シーケンサ、リレー等からの制御信号により、一定時間毎にあるいは差圧センサの指示により切替動作が行われるように制御される。なお、トラップ部218のバッフル242等の所定位置に温度センサ258が、また、排気経路14のトラップ部218の前後に圧力センサ260が設けられ、これにより温度や差圧を検知することができるようになっている。

【0061】次に、前記のような構成の発明の実施の形態の切替式トラップ装置の作用を説明する。図14に示す位置において、トラップ室234に位置するトラップ部218には供給ホース250から熱媒体流路248に液体窒素や冷却空気又は水等の冷却用熱媒体が流され、これは軸体228と、これを介してバッフル242を冷却する。従って、これに接触した排ガス中の特定の成分はここで析出してこれらに付着し、トラップされる。一方、再生室236においては、高温の再生ガスあるいは熱媒体流路248を流れる高温熱媒体により、軸体228及びバッフル板242が昇温させられ、トラップされた析出物が再び気化させられる。気化したガスは再生経路216中から排出され、排ガス処理装置224において除害処理を受けて放出されるか、あるいは再利用のために循環又は貯蔵等される。

【0062】所定時間の経過後にエアシリンダ230が動作し、トラップ室234に有ったトラップ部218が再生室236に、他の再生室236に有ったトラップ部218がトラップ室234に位置するように切り替えられ、そこでそれぞれ再生とトラップが行われる。ここで、仕切板240が断熱性を持っていてトラップ室234と再生室236が相互に断熱されているので、熱エネルギーのロスがなく、それぞれトラップと再生が効率的に行われる。また、再生室236とエアシリンダ230の間は伸縮するベローズ244により気密を維持されているので、外部との間の熱移動によるエネルギーロスや処理の効率低下が抑えられ、安定したトラップと再生処理が行われるとともに、外部からの汚染要素が排気経路14に侵入することも防止される。

【0063】以上の実施の形態では、トラップ部218はケーシング226内を直線的に移動して切り替えられるようになっているが、ケーシングを環状に形成し、トラップ部をロータリー運動させることによって移動させてもよい。この場合には1つの排気経路に対してトラップ部218を3以上設けて2以上の再生経路216で同時に再生させることができる。通常、トラップの速度より再生の速度が遅いので、この点は特に有利である。また、ロータリー式では2つのトラップ部の場合には再生



経路が1つで済むことになる。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、真空チャンバと該チャンバを真空にするための真空ポンプの間の真空配管中に、直列にかつ少なくとも2つ以上の温度の異なるトラップが設けられているので、真空ポンプを腐食する腐食性のガス成分や、真空ポンプ中において析出して摺動部を損傷するような成分を事前に除去し、真空ポンプへの悪影響を防止することができる。とともに、トラップ温度を少なくとも2つの異なるレベルとして設定し、これにより異なる成分を別個にトラップすることができるので、後処理が簡単なものとなるとともに、資源の再利用を容易にする。従って、真空ポンプの長寿命化、プロセスガスの再利用、排ガス処理装置の小容量化によって、運転の信頼性の向上、設備や運転コストの低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例の真空排気システムの全体構成を示す図である。

【図2】この発明の要部であるトラップの具体的構成を示す図である。

【図3】トラップの他の具体的構成例を示す図である。

【図4】トラップの前後部分の構成例を示す図である。

【図5】トラップの前後部分の他の構成例を示す図である。

【図6】トラップの他の構成例を示す図である。

【図7】トラップの他の具体的構成例を示す図である。

【図8】この発明の他の実施例の真空排気システムの全体構成を示す図である。

【図9】この発明のトラップの原理を説明するグラフである。

【図10】この発明のさらに他の実施例の真空排気システムの全体構成を示す図である。

【図11】トラップの他の構成例を示す図である。

【図12】トラップのさらに他の構成例を示す図である。

【図13】他のトラップ装置を用いた実施の形態の全体の構成を示す模式図である。

【図14】図13で用いたトラップ装置を示す断面図である。

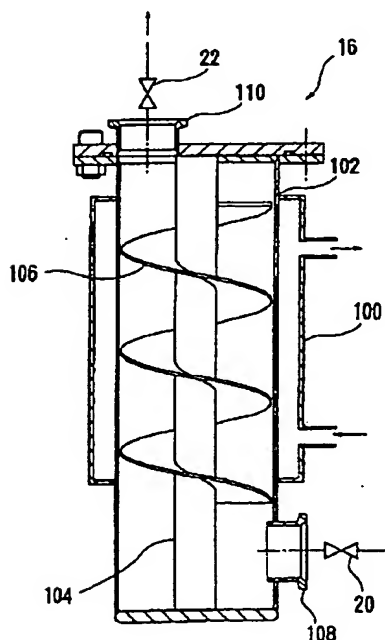
【図15】図13の実施の形態の要部であるトラップ部を拡大して示す断面図である。

【図16】従来の真空排気システムの全体構成を示す図である。

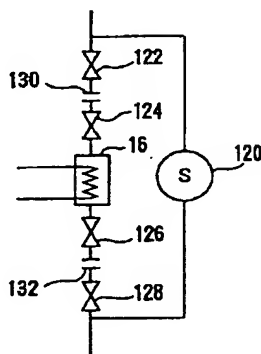
【符号の説明】

- 10 真空チャンバ
- 12 真空ポンプ
- 14 配管
- 16, 18, 30, 32, 34, 50, 52, 70, 80, 80A, 80B トラップ
- 44 ヘリウム冷凍機
- 134 パルスチューブ型冷凍機
- 130, 132 継手
- 116, 118 再生用ポート

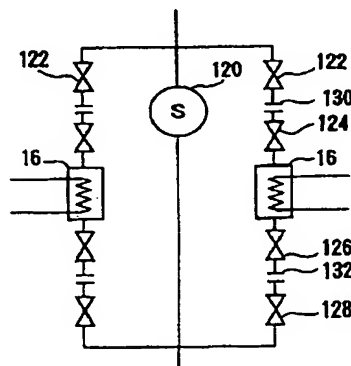
【図2】



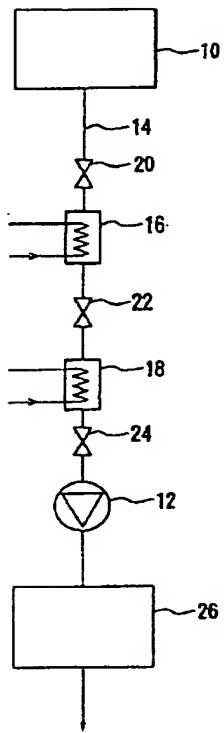
【図4】



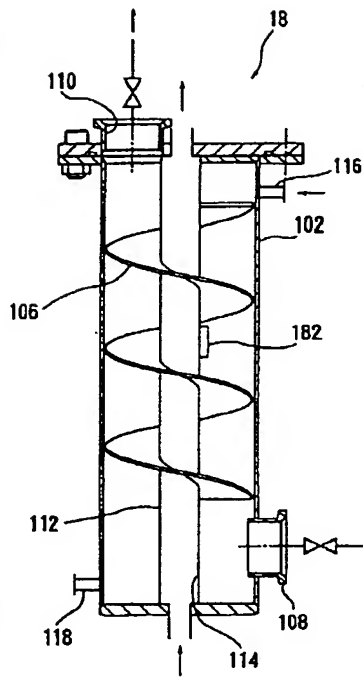
【図5】



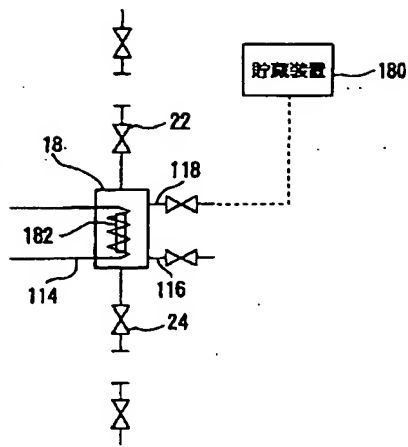
【図1】



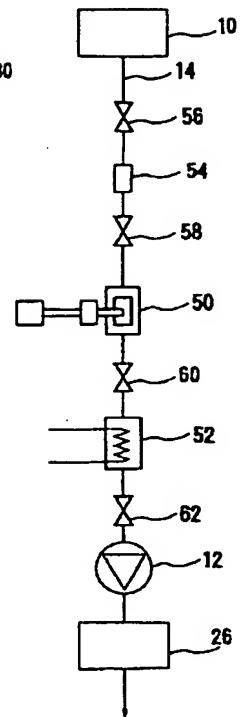
【図3】



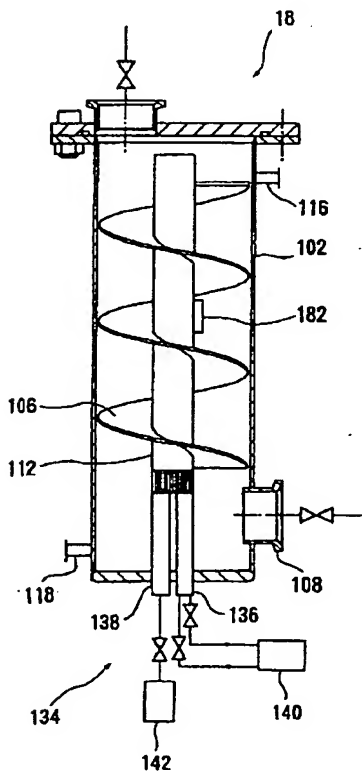
【図6】



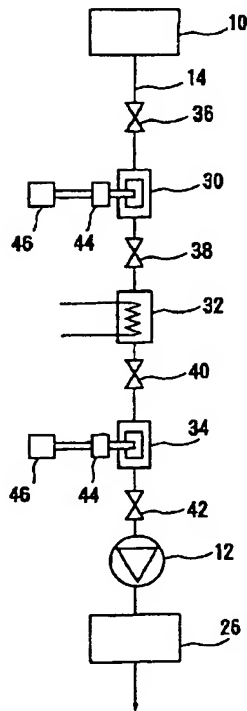
【図10】



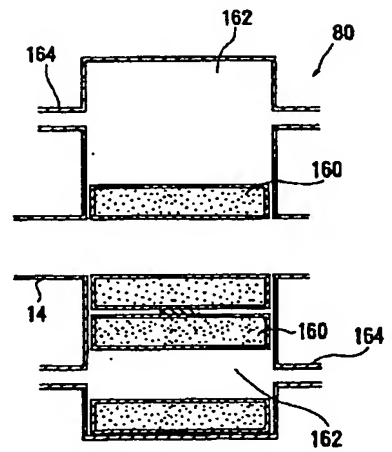
【図7】



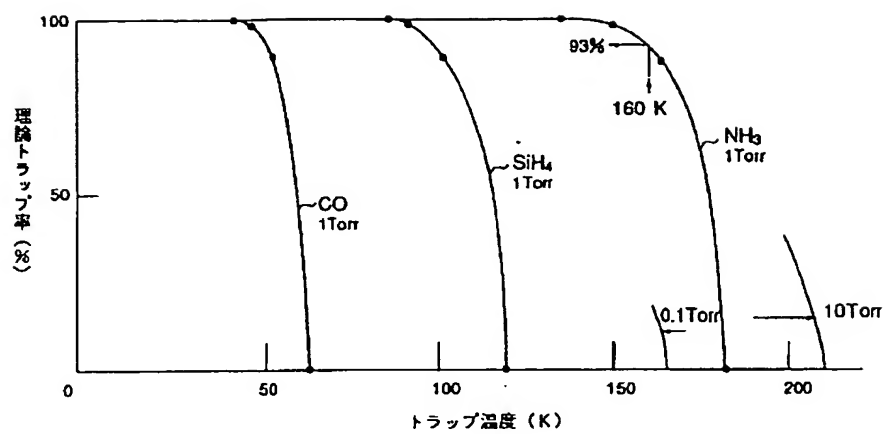
【図8】



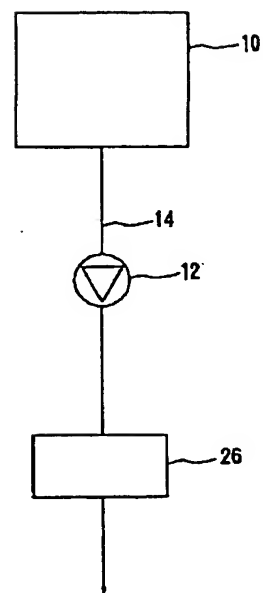
【図12】



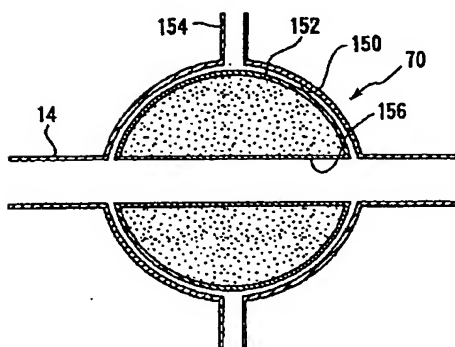
【図9】



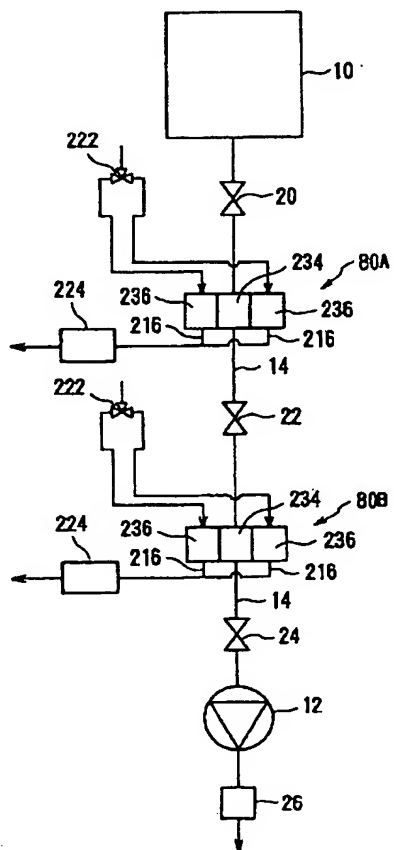
【図16】



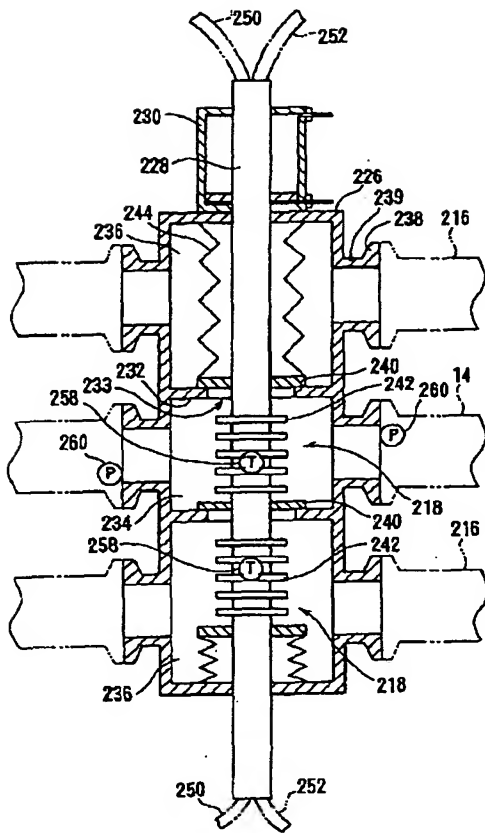
【図11】



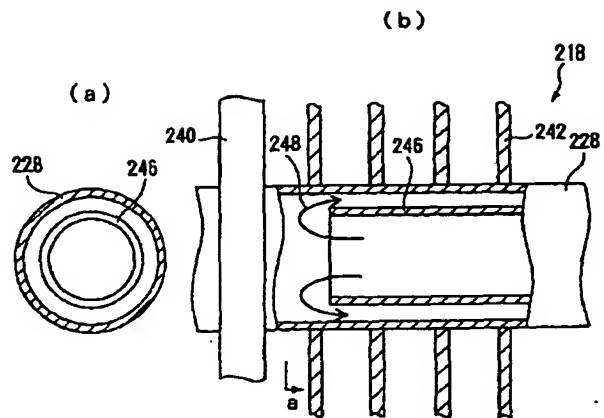
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 野村 典彦  
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

(72)発明者 松岡 祐二  
愛知県小牧市大字北外山字早崎3005 シー  
ケーディ株式会社内